

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки

Кафедра прикладної математики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи

_____ О.А.Лагоднюк
“ _____ ” _____ 2019р.

04-01-68

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Проблеми ідентифікації

Identification Problems

спеціальність	113 "Прикладна математика" 122 "Комп'ютерні науки"
specialty	113 "Applied Mathematics" 122 "Computer Science"

Робоча програма “Проблеми ідентифікації” для студентів які навчаються, за спеціальностями 113 "Прикладна математика" та 122 "Комп'ютерні науки". – Рівне: НУВГП, 2019. – 12 с.

Розробник:

Бомба А.Я., д.т.н., професор кафедри прикладної математики.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри прикладної математики

Протокол від « 20 » грудня 2018 року № 8

Завідувач кафедри _____ П.М. Мартинюк

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 113 "Прикладна математика"

Протокол від « 28 » січня 2019 року № 1

Голова науково-методичної комісії _____ П.М. Мартинюк

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 122 "Комп'ютерні науки"

Протокол від « 28 » січня 2019 року № 1

Голова науково-методичної комісії _____ П.М. Мартинюк

© Бомба А.Я. 2019 рік
© НУВГП, 2019 рік

ВСТУП

Програма нормативної навчальної дисципліни “Проблеми ідентифікації” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра спеціальностей «Прикладна математика» та «Комп’ютерні науки».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є методи ідентифікації динамічних об’єктів, методи розв’язання некоректних і обернених задач на прикладах математичних моделей процесів фільтрації в пористих середовищах, поширення струму в провідному середовищі на основі експериментальних даних електроімпедансної томографії, сингулярно збурених моделей конвективної дифузії.

Міждисциплінарні зв’язки: диференціальні рівняння, додаткові розділи диференціальних рівнянь, математичне і комп’ютерне моделювання природних і техногенних систем, математичне моделювання, математичні методи і моделі, методи обчислень, методи оптимізації та дослідження операцій, рівняння математичної фізики, чисельні методи математичної фізики, теорія керування, теорія функції комплексної змінної, математичний аналіз, чисельні методи комформних та квазікомформних відображень, теорія ймовірностей і математична статистика, програмування.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Анотація

Ідентифікація параметрів середовищ є актуальною задачею сьогодення. Вона формулюється таким чином: за результатами спостереження над вхідними і вихідними змінними системи повинна бути побудована оптимальна у деякому розумінні модель, тобто формалізоване представлення цієї системи. Задача ідентифікації ґрунтується на сучасній теорії керування. Для її розв’язання використовують сучасні обчислювальні машини. Останні, маючи велику швидкість і практично необмежений об’єм пам’яті, створюють передумови для отримання, передачі і оброблення великих масивів спостереження, які необхідні для побудови адекватних моделей реальних об’єктів.

Ключові слова: нелінійні задачі, ідентифікація, квазіконформні відображення, анізотропія, електроімпедансна томографія, реконструкція, конвективна дифузія, сингулярно збурена задача, асимптотичний метод, масоперенос, різнопористе середовище.

Abstract

Environmental Parameter identification is an actual problem of the present. It is formulated as follows: the model optimally optimized in some sense, i.e. formalized representation of this system should be constructed using the results of **monitoring** the input and output variables of the system. The identification problem is based on the modern theory of control. For its solving, modern computers are used. The latter create the preconditions for receiving, transmitting and processing large observation arrays that are necessary for constructing adequate models of real objects having a high speed and virtually unlimited memory capacity.

Keywords: nonlinear problems, identification, quasiconformal mapping, anisotropy, electrical impedance tomography, reconstruction, convective diffusion, singularly perturbed problem, asymptotic method, mass transfer, different-porous environments.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 11 Математика та статистика 12 Інформаційні технології	За вибором
Модулів – 2		
Змістових модулів – 2	Спеціальності 113 Прикладна математика 122 Комп’ютерні науки	Рік підготовки:
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		1-й
Загальна кількість годин – 120		Семестри
		2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 4	Рівень вищої світи: магістр	Лекції
		20 год.
		Практичні
		10 год
		Лабораторні
		10 год
		Самостійна робота
		80 год.
		Індивідуальні завдання: –
		Вид контролю:
	залік	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – **40%** до **60 %**.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: розвинути набуті студентами уміння та навички математичного моделювання природних та технологічних процесів за умови ідентифікації параметрів; сприяти формуванню знання про сучасні проблеми теорії ідентифікації та методи розв'язання обернених коефіцієнтних задач для математичних моделей; вивчення методології розробки програмного забезпечення, дизайну, роботи з вимогами та забезпечення якості розробки на підставі розробки програмного додатку спеціалізованого під параметричну ідентифікацію промислових об'єктів (на прикладі математичних моделей процесів фільтрації в пористих середовищах, поширення струму в провідному середовищі на основі експериментальних даних електроімпедансної томографії, сингулярно збурених моделей конвективної дифузії).

Завдання:

- систематизування та узагальнення знань з математичного моделювання природних та технологічних процесів на випадок ідентифікації параметрів;
- постановка задачі моделювання за умови ідентифікації параметрів;
- аналіз сучасних проблем теорії ідентифікації;
- огляд методів параметричної ідентифікації;
- вироблення вміння застосовувати методи комплексного аналізу до розв'язання обернених коефіцієнтних задач в теорії квазіідеальних полів;
- ознайомлення зі числово-асимптотичними методами розв'язання модельних задач типу «конвекція-дифузія-масообмін» за умови ідентифікації параметрів;
- поглиблення знань з методології розробки програмного забезпечення, дизайну;
- реалізація всіх стадій життєвого циклу розробки програмного забезпечення на основі індивідуального проекту присвяченого параметричній ідентифікації математичних моделей реальних фізичних процесів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- роль моделювання, методи побудови математичних моделей та необхідність адаптації математичної моделі об'єкту, що вивчається;
- вимоги коректності до модельних задач та методи їх забезпечення;
- умови та особливості проведення ідентифікаційних експериментів;
- ідеї класичних методів ідентифікації;
- регулярно та сингулярно збурені математичні моделі;
- асимптотичні методи розв'язування диференціальних рівнянь з малим параметром;
- підходи до розв'язання коефіцієнтних параболічних диференціальних рівнянь на прикладі обернених сингулярно збурених задач типу конвекція-дифузія;
- проблеми постановки задач ідентифікації для еліптичних диференціальних рівнянь;
- алгоритми реконструкції розподілів шуканих коефіцієнтів на прикладі математичних моделей процесів фільтрації в пористих середовищах та електроімпедансної томографії;
- застосування числових методів комплексного аналізу до розв'язання обернених коефіцієнтних крайових задач, що описуються еліптичними диференціальними рівняннями дивергентного типу;
- основні принципи розробки програмного забезпечення, дизайну, роботи з вимогами та забезпечення якості розробки;
- принципи побудови спеціалізованих апаратно-програмних обчислювальних комплексів обробки даних;
- основні принципи аутсорсингу;

вміти:

- складати план ідентифікаційного експерименту;
- обирати та застосовувати методи ідентифікації в залежності від природи поставленої оберненої коефіцієнтної задачі;

- застосовувати числово-асимптотичні методи до розв'язання обернених сингулярно збурених задач типу конвекція-дифузія;
- застосовувати числових методів комплексного аналізу до розв'язання задачі реконструкції електроімпедансних зображень;
- проводити аналіз побудови спеціалізованих апаратно-програмних обчислювальних комплексів обробки експериментальних даних;
- проводити розробку вимог до програмного забезпечення;
- працювати в команді, виконувати роботи зі створення та супроводу програмних продуктів в рамках аутсорсингу.

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Обернені коефіцієнтні задачі в теорії ідеального поля

Тема 1. Вступ.

Постановка задачі ідентифікації. Структурна та параметрична ідентифікація. Питання коректності обернених задач. Алгоритми ідентифікації. Методи ідентифікації статичних характеристик об'єктів. Методи ідентифікації динамічних характеристик. Ідентифікація лінійних та нелінійних динамічних об'єктів.

Тема 2. Задачі ідентифікації в теорії квазіідеальних полів.

Обернені коефіцієнтні задачі для еліптичних рівнянь. Задачі ідентифікації в теорії квазіідеального поля (на прикладі математичних моделей процесів фільтрації в пористих середовищах та електроімпедансної томографії). Проблема єдиності розв'язку.

Тема 3. Чисельне розв'язання обернених нелінійних крайових задач на квазіконформні відображення за умови ідентифікації параметрів.

Різницева задача на квазіконформні відображення. Метод прикладених потенціалів. Задачі теорії фільтрації (реконструкція коефіцієнта провідності). Додаткові умови, їх види. Різницева задача ідентифікації, проблеми комп'ютерної реалізації.

Тема 4. Алгоритми реконструкції зображень для електроімпедансної томографії.

Метод обернених проекцій, метод збурення, метод Ньютона, регуляризуючі алгоритми. Ідеї методу прикладених квазіпотенціалів в задачах томографії. Задачі електростатики (реконструкція опору середовища).

Тема 5. Задачі ідентифікації характеристик середовища і параметрів квазіідеального процесу за умов їх взаємовпливу.

Постановка задачі. Різницеві аналоги. Проблема вибору залежності характеристик та середовища від параметрів процесу. Різницеві аналоги відповідних задач ідентифікації. Алгоритм та особливості його реалізації.

МОДУЛЬ 2.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Ідентифікація параметрів модельних сингулярно збурених задач типу «конвекція-дифузія-масообмін»

Тема 6. Сингулярно збурені задачі.

Сингулярно збурені крайові задачі типу конвекція-дифузія-масообмін. Метод малого параметра. Асимптотичні розклади розв'язків регулярно та сингулярно збурених задач; примежові функції. Збіжність та єдинисті розв'язку.

Тема 7. Методи розв'язування обернених сингулярно збурених крайових задач для параболічних рівнянь типу «конвекція–дифузія».

Метод характеристик розв'язання початкової та змішаної задач масоперенесення частинок. Асимптотичні поправки. Задачі на знаходження невідомих, залежних від часу коефіцієнтів. Комп'ютерний експеримент.

Тема 8. Обернені сингулярно збурені задачі типу конвекція-дифузія в чотирикутних криволінійних областях з невідомим коефіцієнтом дифузії.

Числово-асимптотичне наближення розв'язків задач фільтрації. Ідентифікація невідомого залежного від просторової змінної коефіцієнта дифузії.

Тема 9. Ідентифікація параметрів різнопористих середовищ.

Метод малого параметра розв'язання обернених модельних сингулярно збурених задач процесу масопереносу в двопористих (нанопористих) середовищах. Проблеми безрозмірювання і виділення малих параметрів.

Тема 10. Оглядова лекція.

Ідентифікації параметрів біо-, нано- та магнітних фільтрів

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	денна форма				
		у тому числі				
		л	П	лаб	інд	С.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1						
Обернені коефіцієнтні задачі в теорії ідеального поля						
Тема 1. Вступ.	24	2				22
Тема 2. Задачі ідентифікації в теорії квазіідеального поля.	14	2				12
Тема 3. Чисельне розв'язання обернених нелінійних крайових задач на квазіконформні відображення за умови ідентифікації параметрів.	14	2				12
Тема 4. Алгоритми реконструкції зображень для електроімпедансної томографії.	14	2	2	2		8
Тема 5. Задачі ідентифікації характеристик середовища і параметрів квазіідеального процесу за умов їх взаємовпливу.	10	2	2	2		4
Разом за змістовим модулем 1	76	10	4	4		58
Модуль 2						
Змістовий модуль 2						
Ідентифікація параметрів модельних сингулярно збурених задач типу «конвекція-дифузія-масообмін»						
Тема 6. Сингулярно збурені задачі.	8	2				6

Тема 7. Методи розв'язування обернених сингулярно збурених крайових задач для параболічних рівнянь типу «конвекція–дифузія».	6	2				4
Тема 8. Обернені сингулярно збурені задачі типу конвекція-дифузія в чотирикутних криволінійних областях з невідомим коефіцієнтом дифузії.	10	2	2	2		4
Тема 9. Ідентифікація параметрів різнопористих середовищ.	10	2	2	2		4
Тема 10. Оглядова лекція.	10	2	2	2		4
Разом за змістовим модулем 2	44	10	6	6		22
Усього годин	120	20	10	10		80

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.1	Ідентифікація параметрів квазіідеальних середовищ; метод прикладених квазіпотенціалів	2
1.2	Метод прикладених квазіпотенціалів у задачах томографії; застосування в електростатиці та теорії фільтрації. Проміжна модульна робота	2
2.1	Ідентифікація залежних від часу параметрів сингулярно збурених процесів в пористих та різнопористих середовищах.	2
2.2	Ідентифікація залежних від просторових змінних сингулярно збурених процесів в пористих та різнопористих середовищах.	2
3	Підсумкове заняття: задачі з усього курсу; підсумкова модульна робота	2
Всього за курс		10

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.1	Ідентифікація параметрів квазіідеальних середовищ; метод прикладених квазіпотенціалів	2
1.2	Метод прикладених квазіпотенціалів у задачах томографії; застосування в електростатиці та теорії фільтрації. Проміжна модульна робота	2
2.1	Ідентифікація залежних від часу параметрів сингулярно збурених процесів в пористих та різнопористих середовищах.	2
2.2	Ідентифікація залежних від просторових змінних сингулярно збурених процесів в пористих та різнопористих середовищах.	2
3	Підсумкове заняття: задачі з усього курсу; прийом заборгованостей	2
Всього за курс		10

7. Самостійна робота

Розподіл навчального часу на вивчення дисципліни «Проблеми ідентифікації»

7.1. Розподіл годин самостійної роботи студента

Число кредитів ЕСТС	Загальний обсяг дисципліни	Розподіл часу		Частка самостійної роботи, в %
		Аудиторні заняття	Самостійна робота	
4	120	40	80	66,7

Підготовка до аудиторних занять (0,5 год. на 1 год. аудиторних занять) – 20 год.

Підготовка до контрольних заходів (6 год. на 1 кредит) – 24 год.

Опрацювання окремих тем програми або їх частин, які не викладаються на лекціях – 24 год.

7.2. Завдання для самостійної роботи

№з/п	Назва теми	К-ть год. сам. роботи
1	Ідентифікація у процесах пізнання.	1
2	Ідентифікація в інформаційних науках.	1
3	Структурна ідентифікація. Поняття чорного ящика.	1
4	Етапи проведення ідентифікаційних досліджень.	1
5	Класифікація обернених задач в математичному моделюванні.	1
6	Апріорні та апостеріорні відомості про об'єкт ідентифікації	1
7	Критерії адекватності об'єкта та моделі.	1
8	Точність ідентифікації.	1
9	Помилки, пов'язані з наявністю шумів, неідеальності моделі тощо.	1
10	Основні види випробувальних сигналів, їх властивості і методи оброблення отриманої інформації.	1
11	Методи попередніх досліджень при ідентифікації статичних характеристик	2
12	Пасивні методи ідентифікації статичних характеристик. Метод Брандона	1
13	Активні методи ідентифікації статичних характеристик.	1
14	Частотні методи ідентифікації нелінійних динамічних об'єктів.	2
15	Теорема єдиності і оцінка умовної стійкості на площині	2
16	Обернені задачі теорії потенціалу.	1
17	Комплексні потенціали деяких ідеальних полів.	2
18	Метод особливих точок та метод суперпозиції.	1
19	Зв'язок фільтраційних та ідеальних полів. Метод конформного відображення.	4
20	Класифікація методів реконструкції імпедансних зображень	4
21	Особливості реалізації числового алгоритму конформного відображення чотирикутника, обмеженого гладкою границею, на прямокутник	4
22	Метод сумарних зображень.	4
23	Про метод сумарних зображень розв'язання нелінійних обернених крайових задач на конформні відображення	4
24	Теорія збурень як метод розв'язку математичних задач	4
25	Метод малого параметра розв'язання звичайних диференціальних рівнянь з малим параметром при молодших та старших похідних (регулярні та сингулярні збурення і поправки).	4

26	Математичні моделі процесів конвективної дифузії та конвективного масопереносу при фільтрації в пористому середовищі	4
27	Числова реалізація методу характеристик розв'язання початкової та змішаної задач перенесення частинок.	4
28	Просторові аналоги конформних відображень і просторові сингулярно збуджені задачі конвективної дифузії на ідеальних фільтраційних фонах.	6
29	Задачі на знаходження невідомих коефіцієнтів параболічних рівнянь: теорема єдиності.	4
30	Асимптотичні ряди.	4
31	Збіжність асимптотичних методів розв'язання сингулярно збуджених задач конвективної дифузії	4
32	Пористість. Різнопористі середовища. Фільтрування через пористі середовища.	4
Загальна кількість годин		80

8. Методи навчання

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – практична робота, вправи.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

9. Методи контролю

Оцінювання навчальних досягнень студентів за усіма видами навчальних робіт проводиться за *поточним* та *підсумковим* контролюми. Поточний контроль знань студентів з навчальної дисципліни проводиться у письмовій формі та за допомогою тестів. Контрольні завдання включають тестові питання трьох рівнів складності.

Контроль самостійної роботи проводиться:

з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів;

з практичних занять – за допомогою перевірки виконаних завдань та шляхом проведення тестувань.

з лабораторних занять – шляхом перевірки комп'ютерних програм.

Усі контрольні заходи включено до 100-бальної шкали оцінювання.

Підсумковий семестровий контроль знань відбувається на заліку у формі тестування.

Основними критеріями, що характеризують рівень компетентності студента при оцінюванні результатів поточного та підсумкового контролів з навчальної дисципліни «Проблеми ідентифікації», є:

- виконання всіх видів навчальної роботи, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни;
- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Модуль 1. Поточне тестування та СРС						Модуль 2. Поточне тестування та СРС						Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2						100
40						60						
T1	T2	T3	T4	T5	MK1	T6	T7	T8	T9	T10	MK2	
5	5	5	5	5	15	9	9	9	9	9	15	

T1, T2...T8 – теми змістових модулів, МК1, МК2 – модульні контролі.

Шкала оцінювання:

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
	для заліку
90–100	зараховано
82–89	
74–81	
64–73	
60–63	
35–59	не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичне забезпечення

Методичне забезпечення навчальної дисципліни «Проблеми ідентифікації» включає:

1. Опорний конспект лекцій (*у електронному і паперовому носії*) по всіх темах курсу, у тому числі і для самостійного вивчення.
2. Пакети тестових завдань по кожній темі і в цілому по всьому курсу дисципліни (*навчальна платформа Moodle*).

12. Рекомендована література

Базова

1. Эйкхофф П. Основы идентификации систем управления / ред. Н. Райбман; пер.: В. Лотоцкий, А. Мандель. Москва: Мир, 1975. 690 с.
2. Бомба А. Я., Каштан С. С., Пригорницький Д. О., Ярощак С. В. Методи комплексного аналізу: монографія. Рівне: РВЦ НУВГП, 2013. 415 с.

3. Бомба А. Я., Барановський С. В., Присяжнюк І. М. Нелінійні сингулярно збурені задачі типу “конвекція–дифузія”: монографія. Рівне: РВЦ НУВГП, 2008. 252 с.
4. Васильева А. Б., Бутузов В. Ф. Асимптотические методы в теории сингулярных возмущений: науч. теор. пособие. Москва: Высшая школа, 1990. 208 с.
5. Пеккер Я. С., Бразовский К. С., Усов В. Ю. и др. Электроимпедансная томография: монография. Томск: НТЛ, 2004. 192 с.

Допоміжна

1. Ванечек А., Савараги Е., Созда Т. и др. Современные методы идентификации систем / ред. П. Эйкхофф. Москва: Мир, 1983. 400 с.
2. Бомба А. Я. Про асимптотичний метод наближення розв'язку однієї задачі масопереносу при фільтрації в пористому середовищі. *Український математичний журнал*. 1982. №4. С. 37–40.
3. Бомба А. Я., Бойчура М. В. Метод прикладених квазіпотенціалів розв'язування коефіцієнтних задач ідентифікації параметрів. *Вісник НУВГП. Технічні науки*. Рівне, 2017. Вип. 4 (76). С. 163–177.
4. Бойчура М. В. Узагальнення числового методу квазіконформних відображень розв'язання задач ідентифікації за даними томографії прикладених квазіпотенціалів. *Вісник КрНУ ім. М. Остроградського*. Кременчук, 2017. Вип. 5 (106). С. 35–44.

13. Інформаційні ресурси

1. Рівненська обласна універсальна бібліотека. URL: <http://lib.rv.ua/> (дата звернення: 21.12.2018).
2. Наукова бібліотека НУВГП. URL: <http://lib.nuwm.edu.ua/> (дата звернення: 21.12.2018).
3. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського: URL: <http://www.nbuv.gov.ua/> (дата звернення: 21.12.2018).